



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

Offenlegungsschrift  
DE 196 02 433 A 1

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
H 04 J 14/02  
H 04 B 10/18

21 Aktenzeichen: 196 02 433.1  
22 Anmeldetag: 24. 1. 96  
43 Offenlegungstag: 31. 7. 97

DE 196 02 433 A 1

71 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

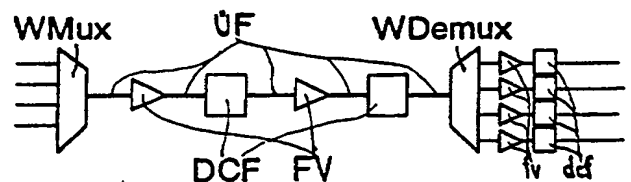
72 Erfinder:  
Osborne, Robert, Dr., 81371 München, DE

56 Entgegenhaltungen:  
US 54 30 568  
YARIV, Amnon: Quantum Electronics, 3rd ed.;  
New York, John Wiley & Sons, Inc., 1989, S. 125-127  
ISBN 0-471-61771-7;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Schaltungsanordnung zur Dispersionskompensation in optischen Multiplex-Übertragungssystemen mit Hilfe von dispersionskompensierenden Fasern

57 Zur Dispersionskompensation in optischen Multiplex-Übertragungssystemen ist zusätzlich zu einer Grobkompen- sation aller Kanäle eines über eine Übertragungsstrecke geführten WDM-Systems durch eine oder mehrere in die Übertragungsstrecken- faser eingefügte dispersionskompen- sierende Faser(n) vor und/oder hinter der Übertragungs- strecke eine kanalindividuelle Feinkompensation der jeweili- gen Restdispersion vorgesehen. Hierzu ist den Eingängen des der Übertragungsstrecken- faser vorgeschalteten WDM- Multiplexers und/oder den Ausgängen des der Übertra- gungsstrecken- faser nachgeschalteten WDM- Demultiplexers jeweils eine in ihrer Länge auf die jeweils relevante Restdis- persion abgegichene dispersionskompensierende Faser vor- bzw. nachgeschaltet.



DE 196 02 433 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 06.97 702 031/71

4/23

Bei optischer Nachrichtenübertragung mit im Gbit/s-Bereich liegenden Datenraten über einen Lichtwellenleiter wird die Faserdispersion bestimmend für die überbrückbare Streckenlänge. Dies gilt insbesondere auch im Wellenlängenfenster um  $1,55\ \mu\text{m}$ , da hier die Dämpfung mittels optischer Verstärker eliminiert werden kann, während die Dispersion einer Standardfaser mit etwa  $17\ \text{ps/nm/km}$  recht große positive Werte aufweist. Es besteht daher ein Interesse an Komponenten, die eine negative Dispersion aufweisen und so zusammen mit der Standardfaser ein dispersionsfreies Übertragungsmedium bilden können.

Die entscheidenden Parameter einer dispersionskompensierenden Komponente sind die Dispersion  $D$  (in  $\text{ps/nm}$  oder  $\text{ps/GHz}$ ), welche die Länge der kompensierbaren Strecke festlegt, die optische Bandbreite  $B$ , innerhalb derer die Kompensation möglich ist, und die durch die Dispersionskompensation bedingte zusätzliche Dämpfung. Sinnvollerweise muß die Kompensations-Bandbreite  $B$  mindestens gleich der Bandbreite des zu übertragenden Signales sein. Wünschenswert ist jedoch eine möglichst große Kompensations-Bandbreite, um die Anforderungen an die spektrale Stabilität des Sendelasers zu verringern.

Im Zusammenhang mit einer Dispersionskompensation sind schon verschiedene Komponenten vorgestellt worden: Fabry-Perot-Interferometer, Ringresonatoren, kaskadierte Mach-Zehnder-Interferometer, kaskadierte doppelbrechende Kristalle, Freistrahloptiken mit Gittern sowie sog. Chirped Gratings, auf die auch ein neuerer Vorschlag [DE-195 38 017.7] zielt; ein anderer Vorschlag [DE-195 15 158.5] zielt auf ein optisches Transversalfilter.

Daneben werden zur Realisierung der negativen Dispersion einer Faserstrecke (heute auch kommerziell erhältliche) dispersionskompensierende Fasern [Corning DCF-Module] eingesetzt, die die Dispersion über einen breiten Wellenlängenbereich immerhin näherungsweise zu kompensieren vermögen. Es verbleibt allerdings eine kanalabhängige Restdispersion, die mit einer entsprechenden Verschlechterung der Übertragungseigenschaften einzelner Kanäle eines über die Faserstrecke geführten WDM-Systems besonders bei hohen Bitraten und langer Faserstrecke verbunden ist, — und die Erfindung zeigt einen Weg zu einer Eliminierung solcher Restdispersionen.

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Dispersionskompensation in optischen Multiplex-Übertragungssystemen mit Hilfe von dispersionskompensierenden Fasern; diese Schaltungsanordnung ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zu einer Grobkompensation aller Kanäle eines über eine Übertragungsstrecke geführten WDM-Systems durch eine oder mehrere in die Übertragungsstreckenfasern eingefügte dispersionskompensierende Faser(n) vor und/oder hinter der Multiplex-Übertragungsstrecke eine kanalindividuelle Feinkompensation der jeweiligen Restdispersion vorgesehen ist.

Dabei kann in weiterer Ausgestaltung der Erfindung den Eingängen eines der Übertragungsstreckenfasern vorgeschalteten WDM-Multiplexers und/oder den Ausgängen eines der Übertragungsstreckenfasern nachgeschalteten WDM-Demultiplexers jeweils eine die jeweils relevante Restdispersion kompensierende Komponente negativer Dispersion, insbesondere eine in ihrer Länge auf die jeweils relevante Restdispersion abge-

glichene Dispersion kompensierende Faser, vor- bzw. nachgeschaltet sein.

Die Erfindung ermöglicht es vorteilhafterweise, in einem über eine Übertragungsstrecke geführten optischen Multiplex-Übertragungssystem, dessen Kanäle durch eine oder mehrere in die Übertragungsstreckenfasern eingefügte dispersionskompensierende Faser(n) eine Dispersionskompensation erfahren, kanalindividuell verbleibende Restdispersionen ausgleichen zu können und damit für alle Kanäle die Möglichkeit einer Übertragung mit höchstmöglicher Bitrate zu eröffnen.

Weitere Besonderheiten der Erfindung werden aus der nachfolgenden näheren Erläuterung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung ersichtlich.

In der Zeichnung ist schematisch in einem zum Verständnis der Erfindung erforderlichen Umfang ein Ausführungsbeispiel eines optischen Multiplex-Übertragungssystems mit einer zwischen einem Wellenlängenmultiplexer WMux und einem Wellenlängendemultiplexer WDemux liegenden Übertragungsstrecke mit einer optischen Faser ÜF dargestellt, in die dispersionskompensierende Fasern DCF zur — alle Kanäle des über die Übertragungsstreckenfasern ÜF geführten WDM-Systems abdeckenden — Dispersionskompensation sowie — ebenfalls alle Kanäle des WDM-Systems abdeckende — Faserverstärker FV eingefügt sind.

Um bei der — an sich alle Kanäle des über die Übertragungsstreckenfasern ÜF geführten WDM-Systems abdeckenden — Dispersionskompensation kanalindividuell verbleibende Restdispersionen ausgleichen, ist nun zusätzlich vor und/oder hinter der Multiplex-Übertragungsstrecke eine kanalindividuelle Feinkompensation der jeweiligen Restdispersion vorgesehen, wozu den Eingängen des der Übertragungsstreckenfasern ÜF vorgeschalteten WDM-Multiplexers WMux und/oder den Ausgängen des der Übertragungsstreckenfasern ÜF nachgeschalteten WDM-Demultiplexers WDemux jeweils eine die jeweils relevante Restdispersion kompensierende Komponente dcf negativer Dispersion vor- bzw. nachgeschaltet sein möge. Als solche Komponenten negativer Dispersion werden zweckmäßigerweise dispersionskompensierende Fasern in Form (kommerziell erhältlicher) DCF-Module dcf eingesetzt, die einfach in ihrer Länge auf die jeweils relevante Restdispersion abgeglichen werden und bei denen sich geringer Herstellungs- und Installationsaufwand mit exzellenten optischen Eigenschaften wie geringe Einfügungsdämpfung, geringe Rückreflexion, verbinden. In dem in der Zeichnung skizzierten Ausführungsbeispiel sind solche DCF-Module dcf zur kanalindividuellen Feinkompensation der jeweiligen Restdispersion den Ausgängen des hinter der Multiplex-Übertragungsstrecke ÜF liegenden WDM-Demultiplexers WDemux nachgeschaltet. Wie aus der Zeichnung ferner ersichtlich ist, können den Ausgängen des WDM-Demultiplexers WDemux dabei auch Einzelkanal-Faserverstärker fv nachgeschaltet sein.

Alternativ oder auch zusätzlich können in entsprechender Weise DCF-Module (dcf) zur kanalindividuellen Feinkompensation der jeweiligen Restdispersion auch den Eingängen des vor der Multiplex-Übertragungsstrecke ÜF liegenden WDM-Multiplexers WMux vorgeschaltet sein, und ebenso können den Eingängen des WDM-Multiplexers WMux auch Einzelkanal-Faserverstärker (fv) vorgeschaltet sein. Dies bedarf hier jedoch keiner näheren Darstellung, da dies zum Verständnis der Erfindung nicht mehr erforderlich ist.

1. Schaltungsanordnung zur Dispersionskompensation in optischen Multiplex-Übertragungssystemen mit Hilfe von dispersionskompensierenden Fasern (DCF), dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zu einer Grobkompensation aller Kanäle eines über eine Übertragungsstrecke (ÜF) geführten WDM-Systems durch eine oder mehrere in die Übertragungsstreckenfasern (ÜF) eingefügte dispersionskompensierende Faser(n) (DCF) vor und/oder hinter der Übertragungsstrecke (ÜF) eine kanalindividuelle Feinkompensation der jeweiligen Restdispersion vorgesehen ist.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß den Eingängen eines der Übertragungsstreckenfasern (ÜF) vorgeschalteten WDM-Multiplexers (WMux) und/oder den Ausgängen eines der Übertragungsstreckenfasern (ÜF) nachgeschalteten WDM-Demultiplexers (WDemux) jeweils eine die jeweils relevante Restdispersion kompensierende Komponente (dcf) negativer Dispersion vor- bzw. nachgeschaltet ist.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß den Eingängen des der Übertragungsstreckenfasern (ÜF) vorgeschalteten WDM-Multiplexers (WMux) und/oder den Ausgängen des der Übertragungsstreckenfasern (ÜF) nachgeschalteten WDM-Demultiplexers (WDemux) jeweils eine in ihrer Länge auf die jeweils relevante Restdispersion abgeglichene dispersionskompensierende Faser (dcf) vor- bzw. nachgeschaltet ist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

45

50

55

60

65

